Reconstruction of Depositional Environments of Snadd Formation in Norwegian Sector of the Barents Sea

N.A. Vasilyeva* (LLC RN-Exploration), E.O. Malysheva (LLC RN-Shelf-Arctic), E.M. Volfovich (LLC RN-Exploration), M.S. Doronina (LLC RN-Exploration), A.I. Leybenko (LLC RN-Exploration), T.S. Basalaeva (LLC RN-Exploration), N.A. Kukina (RN Nordic Oil AS)

SUMMARY

EOD reconstruction results of Snadd formation are based on well data, core description and photographs, 2D and 3D seismic data (including 3D seismic acquired in 2014).

All in all eight sedimentary sequences of the 3-4 orders have been identified in Snadd formation interval. The sequence boundaries over most of the area coincide with transgressive or maximum flooding surfaces. Seismic facies analysis together with core and logging data analysis permitted to identify typical seismic facies and to make their sedimentary interpretation.

Each sequence has been analyzed to identify stages of maximum development, boundaries of continental deposits distribution, transgressive stages and zonation of accumulations. Also, a propagation of sand bodies of various genesis has been predicted. The most common have been sand bodies of alluvial channel genesis and shelf to nearshore ridges.

As a result of comprehensive studies of seismic and well data of Snadd formation using sequence stratigraphy methodology, regional facies maps have been built. The maps cover the entire Norwegian sector of the Barents Sea, including its eastern part adjacent to the Russian Federation.

Реконструкция обстановок осадконакопления для средне-верхнетриасовых отложений формации Snadd в Норвежском секторе Баренцева моря

Васильева Н.А.* (ООО «РН-Эксплорейшн»), Малышева Е.О. (ООО «РН-Шельф-Арктика»), Вольфович Е.М. (ООО «РН-Эксплорейшн»), Доронина М.С. (ООО «РН-Эксплорейшн»), Лейбенко А.И. (ООО «РН-Эксплорейшн»), Басалаева Т.С. (ООО «РН-Эксплорейшн»), Кукина Н.А. (RN Nordic Oil AS)

Введение

Триасовые отложения широко развиты на территории Норвежского сектора Баренцева моря и являются одним из перспективных объектов нефтегазопроисловых работ. Согласно работам предыдущих исследователей (Klausen et al., 2015; Glørstad-Clark E., 2010; Riis F., 2008), триасовые отложения представлены разнообразным комплексом фаций: от морских относительно глубоководных до континентальных. Значительное увеличение объема сейсмических, в том числе 3D, данных и вовлечение новых территорий в поисково-разведочные работы вызвало необходимость детализации строения триасового комплекса.

В настоящей работе приведены результаты реконструкции обстановок осадконакопления формации Snadd латинско-ранненорийского возраста. Особенности формации Snadd на изучаемой площади являются преобладание континентальных отложений, значительные изменения толщин формации и резкая фациальная изменчивость.

Данное исследование выполнено совместно со специалистами компании RN Nordic Oil AS, и базируется на скважинных данных, описаниях и фотографиях керна, сейсмических данных 2D и 3D.

Методика

На основе секвенс-стратиграфического подхода было выполнено детальное сеймостратиграфическое расчленение разреза с выделением типовых сеймофаций. По скважинным данным (керна, форма кривых ГИС) была обоснована седиментационная значимость выделенных сеймофаций (Рис.1). В районах, не изученных бурением, обстановки осадконакопления интерпретировались только по результатам сеймофациального анализа.

Интервалы картопостроений выбирались исходя из возможностей выявления геоморфологически значимой сеймофациальной зональности. Качество сейсмических данных не позволило выделить отдельные системные тракты, поэтому основой для построения карт сеймофациальной зональности служили карты толщин секвенций. Границы секвенций на большей части рассматриваемой территории совпадают с трансгрессивными поверхностями или поверхностями максимального затопления, поэтому картировались, в основном, трансгрессивные и верхние системные тракты.

Для каждой выделенной секвенции положение береговой линии определялось по смене «субпараллельной» сеймофации «хаотичной» и отражает ее положение на момент максимальной проградации. Граница шельфа и склона проведена по наиболее выразительному перегибу клиноформенного комплекса, совпадающего с переходом в зону повышенных толщин. Для выделения геоморфологически значимых зон внутри секвенций применялся анализ сейсмических атрибутов. Результаты сеймофациального и атрибутивного анализа верифицировались скважинными данными.

Рисунок 1. Пример обоснования седиментационной значимости типовых сейсμοфаций. Характеристика сейсμοфации «шельфовые песчаные гряды»

Результаты

В формации Snadd было выделено 8 секвенций 3-4 порядков, для которых построены карты сейсмофациальной зональности с реконструкцией обстановок осадконакопления.

Секвенции с первой по четвертую (SQ1-SQ4) отражают последовательное выдвигание береговой линии и расширение областей континентального осадконакопления в северо-западном направлении. Пятая секвенция (SQ5) начинается с четко выраженной трансгрессии. В разрезе волнового поля хорошо проявлена субпараллельная сейсмофация, распространение которой свидетельствует о расширении зоны морского осадконакопления. В пределах сейсмофациальной зоны II, между положениями береговой линии на время максимальной трансгрессии и максимальной регрессии, выделена подзона IIa, характеризующаяся переходным типом сейсмической записи, где хаотическая сейсмофация (континентальные обстановки) чередуется с субпараллельной (шельфовые обстановки) (Рис.2).

Рисунок 2. Выделение секвенций SQ1-SQ8 и обособление сейсмофаций для секвенции SQ5-6

Результаты атрибутного анализа по материалам 2D позволили выделить в интервале секвенции SQ5 зону дельтового побережья с системой окаймляющих гряд или барьерных островов. Наличие барьерной зоны подтверждено сейсмическими данными 3D, на которых четко проявлены линейные тела-гряды, имеющие, согласно скважинным данным, баровую природу. Области распространения сейсмофации прибрежных гряд, закартированные по 2D и 3D данным, хорошо совпадают в плане, что позволило, учитывая обоснованную скважинами баровую природу песчаных тел, выделить на фациальной карте области развития вдольбереговых барьерных островов (Рис. 3).

Шестая секвенция (SQ-6), напоминающая по строению пятую, также начинается с трансгрессивных отложений. Однако прослеживание границы между ними по всей территории не представлялось возможным. Поэтому на результирующей фациальной карте, объединяющей пятую и шестую секвенции, обозначены положения максимально трансгрессивной и максимально регрессивной береговых линий (Рис. 3).

Седьмая и восьмая секвенции (SQ-7, SQ-8) также были объединены, так как их толщины, выдержанность и прослеживаемость разделяющих их отражающих горизонтов очень изменчивы по площади. В основании обеих секвенций выделяются трансгрессивные пачки, вверх по разрезу переходящие в континентальные.

Зона I - область распространения «хаотической» сейсмofации. Преимущественно континентальные обстановки осадконакопления.
Зона II - область распространения «субпараллельной» сейсмofации. Шельфовые обстановки осадконакопления.
Зона IIa - переходная зона с чередованием субпараллельной и хаотической сейсмofаций. Шельфовые и континентальные обстановки осадконакопления.

--- Положение береговой линии на время максимальной регрессии

— Положение береговой линии на время максимальной трансгрессии

Рисунок 3. Схема сейсмofациальной зональности с реконструкцией обстановок осадконакопления для секвенций SQ5-6.

Заклучение

Результаты комплексных фациальных и сейсмofациальных исследований с использованием секвенс-стратиграфического подхода позволили детализировать строение формации Snadd, выделить восемь осадочных секвенций и построить фациальные схемы района работ. Были установлены этапы максимального развития и границы распространения континентальных отложений, выявлены трансгрессивные этапы и характерная для них зональность обстановок осадконакопления. В итоге был выполнен прогноз распространения песчаных тел различного генезиса. Среди наиболее распространенных следует отметить песчаные тела руслового аллювиального генезиса и песчаные шельфовые гряды.

References

1. Klausen T.G., Ryseth A.E., Helland-Hansen W., Gawthorpe R., Laursen I. Regional development and sequence stratigraphy of the Middle to Late Triassic Snadd Formation, Norwegian Barents Sea. // Marine and Petroleum Geology 62, 2015, p.102-122.
2. Glørstad-Clark E., Faleide J.I., Lundschie B.A., Nystuen J.P., Triassic seismic sequence

stratigraphy and paleogeography of the western Barents Sea area //Marine and Petroleum Geology 27, 2010, p.1448-1475.

3. Riis, F., Lundschie, B.A., Høy, T., Mørk, A., and Mørk, M.B.E., Evolution of the Triassic shelf in the northern Barents Sea region//Polar research, v. 27, 2008, p. 318-338.